

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. Juli 2004 (15.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/059311 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01N 27/414,
H05K 3/32

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/013839

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. Dezember 2003 (06.12.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102-60 961.6 20. Dezember 2002 (20.12.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): ENDRESS + HAUSER CONDUCTA GMBH+CO.
KG [DE/DE]; Dieselstrasse 24, 70839 Gerlingen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): PECHSTEIN, Torsten
[DE/DE]; Reichsstrasse 11, 01445 Radebeul (DE).
SCHOLZ, Robert [DE/DE]; Haus 18a, 04720 Lütte-
witz/Döbeln (DE).

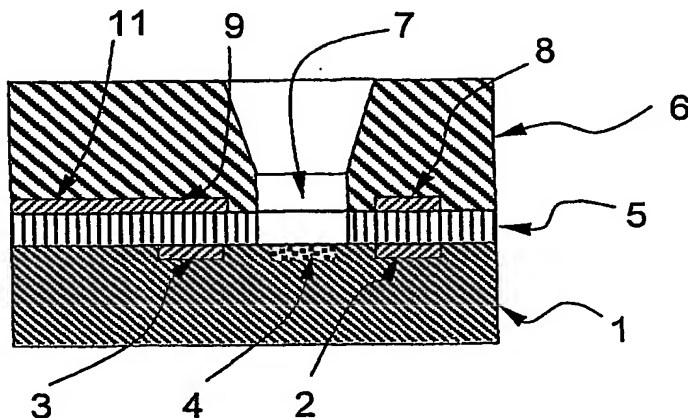
(74) Anwalt: ANDRES, Angelika; Endress + Hauser Deutsch-
land Holding GmbH, Colmarer Strasse 6, 79576 Weil am
Rhein (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SEMICONDUCTOR SENSOR HAVING A FRONT-SIDE CONTACT ZONE

(54) Bezeichnung: HALBLEITERSENSOR MIT FRONTSEITIGER KONTAKTIERUNG



(57) **Abstract:** The invention relates to an ion-sensitive sensor arrangement which comprises a semiconductor chip (1) with a first surface, having a media-sensitive zone (4) and at least one first electrical contact surface (2, 3), and a support (6) with a second surface, facing the first surface of the semiconductor chip (1) and an opening (7) that is aligned with the sensitive zone (4), and at least one second electrical contact surface (8, 9) which overlaps or is aligned with the at least one first electrical contact surface (2, 3). Between the support and the semiconductor chip a (preferably elastic) anisotropic conductor (5) is arranged which establishes a conductive connection between the at least one first and the at least one second contact surface. Said conductor has a through opening that is aligned with the opening (7) in the second surface so that the sensitive zone (4)

of the semiconductor (1) can be impinged upon with an analyte through the opening. The (preferably elastic) anisotropic conductor (5) seals the zone outside the opening (7) from being contaminated with the analyte.

(57) **Zusammenfassung:** Eine ionensensitive Sensoranordnung umfasst einen Halbleiterchip 1 mit einer ersten Oberfläche, welche einen mediensensitiven Bereich (4) und mindestens eine erste elektrische Kontaktfläche (2, 3) aufweist, und einen Träger (6), mit einer zweiten Oberfläche, welche der ersten Oberfläche des Halbleiterchips (1) zugewandt ist, eine Öffnung (7) aufweist, welche mit dem sensitiven Bereich (4) fluchtet, und mindestens eine zweite elektrische Kontaktfläche (8, 9), welche mit der mindestens einen ersten elektrischen Kontaktfläche (2, 3) überlappt bzw. fluchtet, wobei zwischen dem Träger und dem Halbleiterchip ein (vorzugsweise elastischer) anisotroper Leiter (5) angeordnet ist, der eine leitende Verbindung zwischen der mindestens einen ersten und der mindestens einen zweiten Kontaktfläche herstellt, und welcher eine durchgehende Öffnung aufweist, die mit der Öffnung (7) in der zweiten Oberfläche fluchtet, so dass der sensitive Bereich (4) des Halbleiterchips (1) durch die Öffnung mit einem Analyten beaufschlagbar ist, wobei der (vorzugsweise elastische) anisotrope Leiter (5) den Bereich ausserhalb der Öffnung (7) gegen Kontamination mit dem Analyten abdichtet.

WO 2004/059311 A1



PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

- (84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

JC05 Rec'd PCT/PTO 20 JUN 2005

1/PRA.

Halbleitersensor mit frontseitiger Kontaktierung

10/539799

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Halbleitersensor, insbesondere einen sogenannten ISFET oder CHEMFET-Sensor, der einen ionensensitiven Feldeffekttransistor umfasst. Die ionensensitiven Sensorelemente, welche als Chips vorliegen, müssen zur Realisierung eines Sensors in der Weise montiert werden, dass sie einerseits mit den gewöhnlich hoch korrosiven Proben beaufschlagt werden können, ohne dass andererseits korrosionsempfindliche Komponenten wie Leiterbahnen mit den Medien in Kontakt kommen. Hierzu wird das ionensensitive Element eines Halbleiterchips gewöhnlich mit einer Öffnung in einer Wand einer Probenkammer fluchtend angeordnet, wobei zwischen der Wand der Probenkammer und dem Halbleiterchip eine ringförmige Dichtung angeordnet ist, welche die Öffnung umgibt, so dass der ionensensitive Bereich des Halbleiterchips mit der Probe beaufschlagt werden kann, ohne dass die Probe mit dem Chip außerhalb des ionensensitiven Bereichs in Berührung kommt.

Die elektrische Kontaktierung des Chips erweist sich jedoch als schwierig. Der Stand der Technik kennt im wesentlichen drei Ansätze. Benton offenbart in US-Patent- Nr. 5,833,824 einen pH-Sensor, bei dem ein ISFET-Chip mittels einer metallischen Dichtung, welche den ionensensitiven Bereich des ISFET-Chips umgibt an der Unterseite eines Substrats befestigt ist, wobei der ionensensitive Bereich mit einer Öffnung in dem Substrat fluchtet. Außerhalb des von der Dichtung umgebenen Bereiches werden Leiterbahnen an der Oberfläche des Chips zu Kontaktflächen geführt, welche über Löt- oder Schweißverbindungen mit komplementären Kontaktflächen an der Unterseite des Substrats verbunden sind. Die von Benton vorgeschlagene Lösung ist insofern sehr aufwendig, als sowohl bei der Herstellung der Dichtung als auch bei der Verwirklichung der elektrischen Kontaktierung aufwendige Löt- bzw. Schweißverfahren erforderlich sind.

Der in Benton diskutierte Stand der Technik beschreibt ISFET-Sensoren, bei denen eine gewöhnliche polymerische Dichtung um die Öffnung der Probenkammerwand zwischen dem Substrat und dem ionensensitiven Bereich des ISFET-Chips angeordnet ist. Die Kontaktierung des ISFET-Chips erfolgt jedoch nicht zum Substrat im Sinne von Benton, sondern zu einem Träger, welcher den ISFET-Chip auf der von dem Substrat abgewandten Rückseite unterstützt. Zu diesem Zweck sind Bonddrähte zwischen Kontaktflächen an der Vorderseite des ISFET-Chips zu Kontaktflächen auf den Träger außerhalb der Auflagefläche des ISFET-Chips geführt. Auch diese Lösung ist aufwendig, weil Lötarbeiten zur Kontaktierung des Chips erforderlich sind, und weil zur Gewährleistung der Funktion und Integrität des Sensors der Chip sowohl bezüglich des Substrats wie auch bezüglich des Trägers in engen Toleranzen ausgerichtet sein muss.

Weiterhin sind Lösungen bekannt, bei denen die Chips ihre Kontaktflächen bzw. Bondpads auf der dem ionensensitiv Bereich abgewandten Rückseite aufweisen. Diese Chips können dann rückseitig über einen Träger mit komplementären Kontaktflächen kontaktiert werden, wobei zur Gewährleistung ausreichender galvanischer Kontakte zwischen der Rückseite des Chips und dem Träger ein anisotroper elastischer Leiter, z.B. eine Silikonfolie mit eingebetteten Goldfäden in einer Richtung senkrecht zur Ebene der Folie angeordnet ist.

Diese Lösung ist insofern sehr teuer, da die Führung der elektrischen Anschlüsse durch den Chip von dessen Vorderseite zu dessen Rückseite seine Herstellungskosten um ein vielfaches erhöht.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Halbleitersensor bereitzustellen, bei dem die beschriebenen Nachteile überwunden werden. Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, durch den Sensor gemäß des unabhängigen Patentanspruchs 1.

Der erfindungsgemäße Sensor umfasst einen Halbleiterchip mit einer ersten Oberfläche, welche einen mediensensitiven Bereich und mindestens eine erste elektrische Kontaktfläche aufweist; und einen Träger, mit einer zweiten Oberfläche, welche der ersten Oberfläche des Halbleiterchips zugewandt ist, eine Öffnung aufweist, welche mit dem sensitiven Bereich fluchtet, und mindestens eine zweite elektrische Kontaktfläche, welche mit der mindestens einen ersten elektrischen Kontaktfläche überlappt bzw. fluchtet, wobei zwischen dem Träger und dem Halbleiterchip ein vorzugsweise elastischer anisotroper Leiter angeordnet ist, der eine leitende Verbindung zwischen der mindestens einen ersten und der mindestens einen zweiten Kontaktfläche herstellt, wobei die Folie oder Schicht eine durchgehende Öffnung aufweist, die mit der Öffnung in der zweiten Oberfläche fluchtet, so dass der sensitive Bereich des Halbleiterchips durch die Öffnung mit einem Analyten beaufschlagbar ist, wobei der vorzugsweise elastische anisotrope Leiter den Bereich außerhalb der Öffnung gegen Kontamination mit dem Analyten abdichtet.

Vorzugsweise umfaßt der anisotrope Leiter eine elastische isolierende organische Schicht mit eingebetteten leitfähigen Partikeln, Körnern oder Fäden, insbesondere metallischen Partikeln, oder Fäden. Besonders bevorzugt sind derzeit Goldfäden, die sich senkrecht zur Ebene der elastischen organischen Schicht erstrecken. Besonders bevorzugt sind derzeit Silikonschichten, die Goldfäden aufweisen und kommerziell von der Firma Shin-Etsu erhältlich sind.

Sofern die organische elastische Schicht metallische Körner aufweist, so sind diese in einer relaxierten Schicht in einer solchen Konzentration gleichverteilt, daß es nicht zu einer ausreichenden Zahl von elektrischen Kontakten zwischen den Körnern kommt, um eine elektrische Leitfähigkeit über große Distanzen herzustellen. Wird jedoch die elastische Schicht in einer Richtung komprimiert, beispielsweise durch Einspannung als Dichtelement, so entsteht in der Kompressionsrichtung eine ausreichende Zahl von elektrischen Kontakten um die Leitfähigkeit entlang der Kompressionsrichtung zu gewährleisten.

Unabhängig von der gewählten Art des Dichtelements wird der Halbleiterchip vorzugsweise durch eine rückseitige Abstützung gegen die elastische Schicht gepresst, um die Dichtungswirkung der elastischen Schicht zu optimieren. Die rückseitige Abstützung kann sowohl steif als auch elastisch vorgespannt sein.

5 Die elastische Vorspannung, z.B. mit einer Schraubfeder, ist insoweit vorteilhaft, als dadurch die Effekte von unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten sicherer ausgeglichen werden können, als wenn dies ausschließlich durch die Elastizität des Dichtungselements erfolgen müsste. Dies ist insbesondere dann beachtlich, wenn ein gewisser

10 Kompressionsgrad des Dichtungselementes erforderlich ist, um die elektrische Leitfähigkeit durch die Dichtung zu gewährleisten.

Weitere Einzelheiten ergeben sich aus den beigefügten Zeichnungen.

15 Es zeigt:

Fig. 1: Eine Aufsicht auf die Unterseite eines Substrats für einen Halbleitersensor gemäß der vorliegenden Erfindung;

20 Fig. 2: Ein Dichteelement für einen Halbleitersensor gemäß der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 3: einen Längsschnitt durch einen Halbleitersensor gemäß der vorliegenden Erfindung.

25

Das Ausführungsbeispiel wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Ausführungen 1 bis 3 erläutert.

Fig. 1 zeigt die Unterseite eines Substrats für einen erfindungsgemäßen Halbleitersensor, wobei auf der Unterseite Kontaktflächen 8 und 9 beabstandet zu einer Öffnung 7 angeordnet sind. Die Kontaktflächen 8, 9 sind über Leiterbahnen 10, 11 in geeigneter Weise mit den erforderlichen Anschlüssen

30

verbunden. Beim fertig montierten Sensor dient die Öffnung 7 dazu, den Halbleiterchip mit der zu analysierenden Probe zu beaufschlagen.

Fig. 2 zeigt eine Aufsicht auf ein Dichteelement für den Halbleitersensor gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei das Dichteelement bei dieser Ausführungsform eine Silikonschicht umfasst, welche durchgehende Goldfäden eingebracht sind, die sich im wesentlichen senkrecht zur Ebene des Dichtelements 5 erstrecken. Auf diese Weise ist das Dichtelement in der Ebene des Dichtungselements isolierend und senkrecht zur Ebene des Dichtungselements leitend. Somit können miteinander fluchtende elektrische Kontaktflächen, welche durch die Dichtung voneinander getrennt sind, miteinander in elektrischen Kontakt gebracht werden, während bezüglich der Ebene des Dichtungselements lateral versetzte Kontaktflächen voneinander elektrisch isoliert sind.

Die erforderliche Mindestgröße von fluchtenden Kontaktflächen zur Gewährleistung eines sicheren Kontakts, ist eine Frage der mittleren Anzahl von Goldfäden pro Flächeneinheit des Dichtelements. Dieser Parameter kann vom Fachmann geeigneter Weise angepasst werden. Gleichermaßen ist der mittlere laterale Abstand von Bauelementen zur Gewährleistung einer zuverlässigen Isolation eine Funktion der Anzahldichte der Goldfäden sowie von deren Orientierung und deren Durchmesser. Derzeit wird ein Dichtungselement bevorzugt, welches eine zuverlässige Kontaktierung bei fluchtenden Kontaktflächen von einigen wenigen mm^2 ermöglicht und eine ausreichende Isolation bei einem lateralen Abstand von etwa 1 mm gewährleistet.

Die äußeren Abmessungen des Dichtungselements in Fig. 2 sind bei dieser Ausführungsform kongruent mit den äußeren Abmessungen der Unterseite des Substrats in Fig. 1, dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich. Es ist jedoch zweckmäßig, wenn die Öffnung im Dichtungselement etwa die gleiche Größe wie die Öffnung 7 in der Unterseite des Substrats 6 aufweist.

Fig. 3 zeigt schließlich ein Längsschnitt durch den zusammengesetzten Halbleitersensor gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei das Dichtungselement 5 zwischen einem Halbleiterchip 1 und dem Substrat 6
5 eingespannt ist.

Der Halbleiterchip 1 weist in seiner dem Dichtungselement zugewandten Oberfläche einen ionensensitiven Bereich 4 auf, welcher mit der Öffnung 7 im Substrat 6 fluchtet. Beabstandet zu der Öffnung sind Kontaktflächen 2 und 3
10 angeordnet, welche mit den komplementären Kontaktflächen 8, 9 auf der Unterseite des Substrats fluchten. Die Kontaktierung zwischen den chipseitigen Kontaktflächen 2, 3 und den substratseitigen Kontaktflächen 8, 9 wird durch die Leitfähigkeit des Dichtungselements senkrecht zu dessen Ebene gewährleistet.

15 Um eine hinreichende Dichtung zu erzielen, muss der Halbleiterchip 1 mit ausreichender Kraft gegen die Unterseite des Substrats 6 gedrückt werden. Dies kann einerseits durch eine Einspannung mit formstabilen Bauelementen erfolgen und andererseits durch elastische Elemente wie Bsp. eine Schraubfeder, die hier jedoch nicht dargestellt ist.

20

Das Substrat 6 kann Bsp. einstückig mit einem Gehäuse eines Halbleitersensors ausgebildet sein oder als separates Bauteil, welches in geeigneter Weise in ein Gehäuse einzusetzen ist. Diese und ähnliche Ausgestaltungen ergeben sich für den Fachmann in naheliegender Weise, ohne
25 vom Gegenstand der Erfindung abzuweichen, die in den nachfolgenden Patentansprüchen definiert ist.

Patentansprüche

1. Sensoranordnung, umfassend:

5 einen Halbleiterchip mit einer ersten Oberfläche, welche einen mediensensitiven Bereich und mindestens eine erste elektrische Kontaktfläche aufweist;

10 einen Träger, mit einer zweiten Oberfläche, welche der ersten Oberfläche des Halbleiterchips zugewandt ist, eine Öffnung aufweist, welche mit dem sensitiven Bereich zumindest überlappt, und mindestens eine zweite elektrische Kontaktfläche, welche mit der mindestens einen ersten elektrischen Kontaktfläche zumindest überlappt; und

15 ein anisotroper Leiter, welcher zwischen dem Träger und dem Halbleiterchip angeordnet ist und eine elektrisch leitende Verbindung zwischen der mindestens einen ersten und der mindestens einen zweiten Kontaktfläche herstellt, und welcher eine durchgehende Öffnung aufweist, die mit der Öffnung in der zweiten Oberfläche zumindest überlappt, so
20 dass der sensitive Bereich des Halbleiterchips durch die Öffnung mit einem Analyten beaufschlagbar ist, wobei der anisotrope Leiter den Bereich außerhalb der Öffnung gegen Kontamination mit dem Analyten abdichtet.

25

2. Sensoranordnung nach Anspruch 1, wobei der anisotrope Leiter elastisch ist.

30 3. Sensoranordnung nach Anspruch 2, wobei der elastische anisotrope Leiter eine elastische isolierende organische Schicht mit eingebetteten leitfähigen Partikeln, Körnern oder Fäden aufweist.

4. Sensoranordnung nach Anspruch 3, wobei der elastische anisotrope
Leiter eine Silikonschicht mit eingebetteten Goldfäden umfaßt, die sich
senkrecht zur Ebene der Silikonschicht erstrecken.
5. Sensoranordnung nach Anspruch 3, wobei die organische elastische
Schicht im relaxierten Zustand eingebettete metallische Körner in einer
solchen Konzentration umfaßt, daß es nicht zu einer ausreichenden Zahl
von elektrischen Kontakten zwischen den Körnern kommt, um eine
durchgehende elektrische Leitfähigkeit herzustellen, wobei ferner durch
die Einspannung der elastischen Schicht als Dichtelement zwischen dem
Träger und dem Halbleiterchip die Schicht in einem solchen Maße
komprimiert ist, daß in der Kompressionsrichtung eine ausreichende Zahl
von elektrischen Kontakten vorhanden ist, um eine leitende Verbindung
zwischen der mindestens einen ersten und der mindestens einen zweiten
Kontaktfläche herzustellen.
6. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
der Halbleiterchip einen ionensensitiven Bereich aufweist.
7. Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
der Halbleiterchip ein pH-Sensorelement oder ein Redox-Sensorelement
ist.

BEST AVAILABLE COPY

1/1

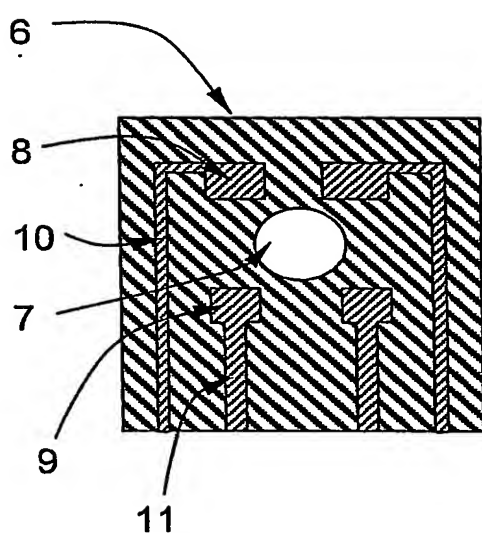


Fig. 1

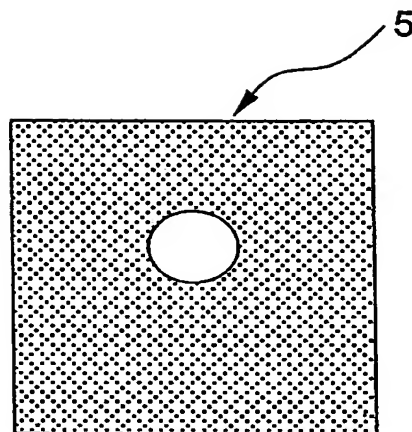


Fig. 2

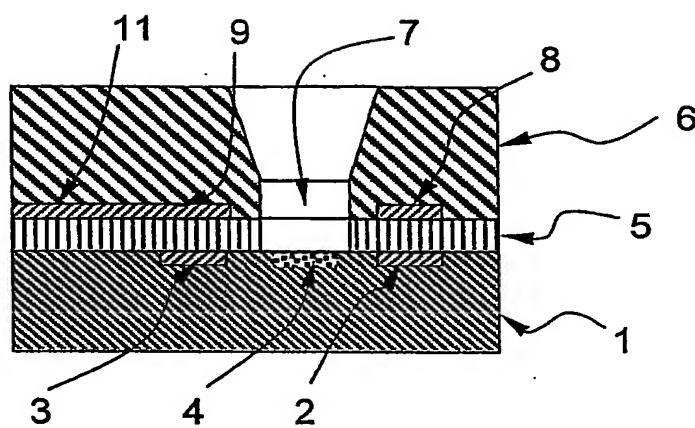


Fig. 3

BEST AVAILABLE COPY